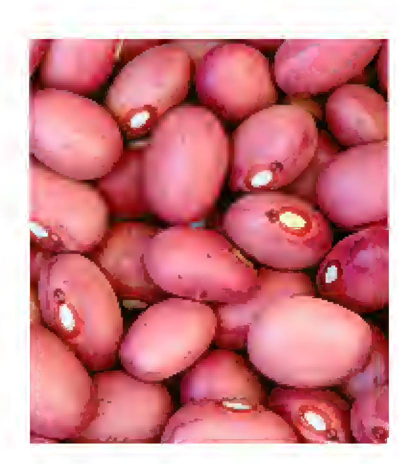


FRIJOL, RICA FUENTE DE PROTEÍNAS PÁG: 7



GRANJAS PERLERAS Y PERLICULTURA PÁG: 12



NÚM. 89 MARZO-ABRIL DE 2010

ISSN: 1870-1760

BioDIVERSITAS

BOLETÍN BIMESTRAL DE LA COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD

RESERVAS MARINAS

Las estadísticas oficiales mexicanas señalan que 20% de las pesquerías se encuentran deterioradas, 65% en su máximo rendimiento y sólo 15% con potencial de desarrollo. ¿Qué podemos hacer para revertir este panorama poco alentador? ¿Qué opciones pueden ayudarnos a recuperar nuestros recursos marinos más rápidamente? Éstas son algunas de las preguntas que se necesitan incorporar en las agendas política y académica nacionales.



LOS BENEFICIOS DE LAS RESERVAS MARINAS

OCTAVIO ABURTO*

Portada: una tortuga verde (*Chelonia mydas*) durante la temporada de reproducción. Isla del Coco, Costa Rica.

Fotos: © Octavio Aburto

Un grupo de rayas murciélago (*Myliobatis californica*) recorre el arrecife de Cabo Pulmo, Baja California Sur.

El impacto de la pesca en la red alimenticia

Desde hace mucho tiempo el hombre ha explotado los recursos del mar. No obstante, existe muy poca capacidad tecnológica, científica o administrativa para llevar a cabo una pesca que no dañe las poblaciones de peces e invertebrados marinos. Por un lado, se han fijado regulaciones como cuotas, temporadas y tallas de captura solamente para algunas especies cuyo valor comercial fue o es alto, pero hay dos grandes problemas: 1. no se ha regulado la pesca de la mayoría de las especies, principalmente de las que son capturadas en las pesquerías artesanales o ribereñas de nuestro país, y 2. estas regulaciones no controlan los cambios en la comunidad o ecosistema, ya que la pesca de una especie puede tener efectos sobre otras.

Por otro lado, desde un principio se consideró que el manejo y la explotación de estos recursos se podrían llevar a cabo de la misma manera que se regulan o manejan los recursos terrestres. Sin embargo, hay claras diferencias que no lo permiten. Por ejemplo, en tierra el pasto es el alimento de herbívoros de gran tamaño, que a su vez son el alimento de carnívoros. El hombre, al igual que los carnívoros, caza sobre todo los herbívoros grandes que tienen vidas relativamente cortas (menores a 20 años). En el mar, la cadena alimenticia comienza con algas que son el alimento de pequeños herbívoros, que a su vez son consumidos por pequeños carnívoros y estos últimos son presas de grandes carnívoros como meros y tiburones. Estos depredadores tope son los recursos marinos que primeramente se explotan y, a diferencia de los herbívoros terrestres, tienen longevidades elevadas (mayores a 25 años). Además, los depredadores desempeñan un papel ecológico diferente y más importante en las comunidades,[1] ya que se encargan de controlar las poblaciones del resto de las especies. Lo anterior significa que en el mar se ven afectadas las comunidades a partir de los depredadores, lo que produce cambios en los niveles inferiores de la cadena alimenticia. Y, quizá lo más importante, para regresar o revertir los efectos de la pesca se necesita más tiempo, pues lo primero que se eliminan son los individuos más viejos de la comunidad.

¿Qué pasa cuando se pesca sin control?

Como todos los recursos naturales que son sobreexplotados, las poblaciones de peces e invertebrados marinos se reducen cuando hay una pesca sin regulación. Pero el problema va más allá de la simple disminución de poblaciones. Por ejemplo, se ha observado que el tamaño de los individuos se reduce bajo la presión de la pesca. Esto sucede debido a que los individuos más grandes y viejos comienzan a ser eliminados de las poblaciones y aquellos más pequeños y jóvenes empiezan a madurar más rápidamente. Si la pesca está eliminando a los individuos mayores, entonces los que sobreviven tienen una menor capacidad para reproducirse porque producen menos gametos y éstos son de menor calidad. Lo anterior significa que se reduce de manera constante el potencial que tienen los individuos de una especie y, por tanto, disminuye la capacidad de la población para recuperar un nivel de abundancia óptimo. Si bien la pesca difícilmente exterminará por completo una especie, ya que como todo negocio llegará un punto en el que no será lucrativo seguir explotándola, se puede asegurar que la sobrepesca elimina el papel ecológico de dicha especie en la comunidad. Cuando se dan estos cambios en las especies principales o "clave", toda la comunidad pasa a un estado alterado donde el número de especies disminuye y la productividad del sistema se deteriora, manteniendo una comunidad estable, pero dominada por especies de niveles inferiores en la red alimenticia, como erizos o algas.

Para entender estos efectos desde un punto de vista económico, habría que imaginar lo que pasa con una cuenta de cheques



cuando se gasta demasiado. Lógicamente se reduce el capital cada vez más, pero al mismo tiempo se generan menos intereses. Esto conlleva efectos colaterales, ya que cada cheque que se expide eleva las comisiones por el uso descontrolado de la cuenta, hasta llegar a un punto donde se pierde la capacidad operativa de las finanzas. En esta situación, aunque todavía se tenga un poco de dinero, no se pueden cubrir los servicios que se pagan mensualmente y se podría asegurar que la bancarrota es el siguiente paso. Si bien la solución al problema es controlar los gastos, mantener una cuenta de ahorros que apoye la cuenta de cheques podría respaldar las finanzas y reducir cualquier efecto colateral. Es decir, si se mantiene una cuenta de ahorros con un saldo lo suficientemente elevado y sincronizada con la chequera, se podría evitar la pérdida de dinero por comisiones y mantener los intereses, hasta volver a regular el gasto corriente.

Una reserva marina podría ser considerada una de muchas cuentas de ahorro que se pueden tener para garantizar los recursos marinos. Se trata de un tipo de área natural protegida donde las actividades que dañan o alteran el ambiente están permanentemente prohibidas, con el objetivo de conservar una porción acuática representativa de los diferentes ecosistemas y de su biodiversidad. Las reservas marinas no sólo traen beneficios a las poblaciones de flora y fauna que viven en ellas, sino que también pueden afectar positivamente a las especies que viven a su alrededor y en zonas cercanas. Es decir, las reservas marinas exportan individuos, adultos y larvas, e incluso juveniles, a zonas que no tienen protección y, por ende, pueden ayudar a mantener y restaurar poblaciones fuera de la reserva. La tasa en la que se exportan larvas, juveniles y adultos aumenta conforme pasa el tiempo y crecen las poblaciones dentro de la reserva.

El efecto de una reserva marina bien diseñada y vigilada

Las reservas marinas también pueden ayudar a proteger especies migratorias si se diseñan adecuadamente, ya que a pesar de la gran movilidad que presentan estas especies, las poblaciones enteras son muy vulnerables a la pesca u otras actividades humanas cuando se reunen en zonas específicas para reproducirse o alimentarse, en corredores migratorios o en zonas de crianza. Si una reserva se establece en una localidad donde ocurren los procesos ecológicos antes mencionados, puede servir para proteger a la especie migratoria de interés durante la etapa en la que se encuentre más vulnerable. Por ejemplo, preservar los manglares o pastos marinos, que son zonas de crianza de muchas especies de importancia económica, tiene como resultado un aumento en la población adulta de la especie que se encuentre a decenas de kilómetros de distancia,



Meros negros (*Stereolepis gigas*) de más de 2 metros de talla, se congregan para reproducirse en los bosques de kelp. La Jolla, California, EUA.



La biomasa puede ser 400% veces mayor en las reservas que en

Pargos amarillos (*Lutjanus argentiventris*) y cabrillas sardineras (*Mycteroperca rosacea*) se alimentan de un cardumen de sardinas, en la recién creada reserva marina de Los Islotes. Isla Espíritu Santo, Bahía de la Paz.

una vez que los subadultos migran hacia dichas poblaciones.

Lo más importante es que las reservas marinas ofrecen formas de protección diferentes a otras estrategias de manejo, debido a que resguardan todo el ecosistema y la diversidad de especies que habitan en él. Esto a su vez trae como consecuencia una gran variedad de beneficios, siendo los más importantes aquellos que favorecen al sector pesquero pues aumentan la biomasa, abundancia y diversidad de las especies comerciales. De hecho, en pocos años, la biomasa promedio puede ser 400% veces mayor en las reservas que en áreas cercanas que no están protegidas, la densidad y el número de especies pueden ser 200% veces mayor en reservas marinas en comparación con áreas explotadas, mientras que el tamaño promedio de los individuos puede ser dos veces mayor dentro de las reservas.[2]

Está demostrado que cuanto mayor es la pérdida de especies, mayor es la afectación en los servicios que prestan los ecosistemas al hombre, ya que son más frágiles y más vulnerables a sufrir un colapso en su productividad.[3] No obstante, aquellos ecosistemas con la mayoría de sus especies originales son más fuertes y resistentes a las consecuencias negativas y, aún más importante, regresan al estado anterior más rápidamente. Las reservas marinas serían un ejemplo de este segundo tipo de ecosistemas. Imaginemos nuevamente la cuenta de ahorros. Si en lugar de tener los ahorros en una sola moneda, se mantuviera un saldo elevado con distintas monedas, se obtendrían más intereses y se perdería menos en caso de alguna devaluación en algún país determinado.

¿Habrá un ejemplo en México que demuestre la efectividad de las reservas marinas?

Cerrar áreas a cualquier actividad extractiva no es algo nuevo. Se ha hecho durante mucho tiempo en tierra (áreas núcleo en Reservas de la Biosfera y Parques Nacionales) y también se ha usado en la legislación pesquera, mediante herramientas como las vedas de captura y los refugios pesqueros, donde ninguna actividad extractiva para una especie en particular puede ser realizada en sitios y temporadas determinadas. Las reservas marinas son una herramienta para proteger permanentemente todo el ecosistema y, más importante aún, la recuperación de los recursos es más rápida que con cualquier otra regulación pesquera. Pero debemos entender que aun implementando reservas marinas es necesario continuar estableciendo regulaciones de pesca para cada especie. Lo importante es que las comunidades locales tengan incentivos para establecer estas áreas protegidas y las regulaciones de pesca para sus recursos marinos, ya que sólo así habrá un aporte real para el desarrollo económico y sustentable de las mismas.

Cabo Pulmo es una pequeña localidad situada en el sureste de Baja California Sur que alberga las mayores poblaciones de corales en el Golfo de California. A principios del siglo XX, la familia Castro fue la primera en colonizar la zona. Hasta la fecha mantiene uno de los centros de buceo recreativo más importantes del área: Cabo Pulmo Divers. El legado que han dejado los padres de esta familia es el respeto y la protección del medio marino. En junio de 1995, mediante una iniciativa que conjuntó los esfuerzos de la familia Castro, la Universidad del Estado de Baja California Sur y el gobierno federal, Cabo Pulmo fue declarado parque marino nacional, con una superficie de 7 111 hectáreas, 99% de las cuales corresponde al área marina. Gracias a una regulación y zonificación sin precedentes, la comunidad acordó prohibir todas las actividades extractivas comerciales dentro del área, cualquier construcción de obra pública o privada, y las actividades que alteren las condiciones naturales del parque, incluyendo el anclaje de embarcaciones o la acuacultura.

Después de 14 años de protección, Cabo Pulmo es una historia diferente al resto de los parques marinos. Por un lado, la familia Castro y los demás habitantes de la localidad han incrementado su calidad de vida, manteniendo negocios turísticos que dejan una derrama importante en el estado. Por otro, Cabo Pulmo ha seguido el camino opuesto de la mayoría de los arrecifes en el Golfo de California, cuya degradación se nota día a día. Es el único sitio donde en un solo día de buceo se pueden encontrar más peces, depredadores tope de gran tamaño, de los que uno puede ver si bucea varias semanas y en muchos sitios a la vez, y donde las agregaciones de reproducción de cabrillas y pargos siguen recuperándose año tras año.

áreas cercanas no protegidas



En algunos sitios dentro de Cabo Pulmo, 60% de la biomasa corresponde a los depredadores tope. En la foto, pargos amarillos (*Lutjanus argentiventris*), jureles (*Caranx sexfasciatum*) y cabrilla sardinera (*Mycteroperca rosacea*).



Millones de dólares se han generado implementando reservas marinas

Un tiburón ballena (*Rhincodon typus*) aprovecha la gran productividad presente en las montañas submarinas de la Isla del Coco, Costa Rica.

Definitivamente, si algo diferencia a Cabo Pulmo es que en sus arrecifes habitan dos individuos de mero gigante (*Epinephelus quinquefasciatus*), especie que ha sido catalogada en peligro de extinción por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).

Hay poco tiempo para detener o revertir los efectos negativos que se han ocasionado a los ecosistemas marinos. Algunos autores consideran que 82% de las pesquerías mexicanas están sobreexplotadas y muchas de ellas no se recuperarán para el beneficio de las generaciones futuras. Las reservas marinas son una herramienta que no sólo puede ayudar a frenar esta tendencia, sino que también pueden contribuir a repoblar otras áreas y asegurar los recursos. La historia de Cabo Pulmo lo demuestra, no sólo como un ejemplo de los beneficios ecológicos que brindan las reservas marinas, sino también como una muestra de los beneficios económicos que los ecosistemas saludables brindan a las comunidades locales. Un análisis económico en revisión para su publicación[4] ha mostrado que, en estos 14 años de protección, los pobladores de Cabo Pulmo han generado una biomasa de peces que podría estar alcanzando un valor mayor a 60 millones de dólares. Es decir, han invertido esfuerzos para tener ahorros que están generado intereses para las futuras generaciones. Los pobladores han entendido estos beneficios y ahora son ellos, con asesoría especializada, los que realizan las evaluaciones del arrecife y el monitoreo de sus recursos marinos.

Corolario

El famoso Jacques-Yves Cousteau nombró al Golfo de California "el acuario del mundo". Con toda su experiencia y los sitios que visitó durante toda su carrera, supongo que no era un buzo fácil de impresionar. Tengo 18 años buceando y he visitado una gran cantidad de sitios de norte a sur del golfo, y solamente después de mis buceos en Cabo Pulmo entendí lo que inspiró a Cousteau a designar así una región tan particular en el mundo.

Bibliografía

[1] Soule, M.E., Estes J.A., Miller B., Honnold D.L. 2005. "Strongly Interacting Species: Conservation Policy, Management, and Ethics", en *BioScience* 55:168-176.

[2] Partnership for Interdisciplinary Studies of Coastal Oceans. 2007. *The Science of Marine Reserves*, 2ª ed. consultado en www.piscoweb.org

[3] Worm B., Barbier E.B., Baumont N., Duffy J.E., Foke C., Halpern B.S., Jackson J.B.C., Lotze H.K., Micheli F., Palumbi S.R., Sala E., Selkoe K.A., Stochowicz J.J., y Watson R. 2006. "Impacts of Biodiversity Loss on Ocean Ecosystem Services", en *Science* 314:787-790.

[4] Aburto-Oropeza, O. *et al*. Decadal Ecosystem Changes in the Gulf of California (en preparación).

* Instituto de Oceanografía Scripps, La Jolla, California, Estados Unidos
maburto@ucsd.edu
International League of Conservation Photographers
www.ilcp.com

FRIJOL, RICA FUENTE DE PROTEÍNAS

Rafael Muñoz Saldaña*



La cocina mexicana reúne tradiciones milenarias de origen indígena, a las que se añadieron, a partir de la Colonia, los aportes de la gastronomía española, asiática, del Medio Oriente, del resto de América Latina e incluso de la africana. Un ejemplo de ello son los frijoles charros.

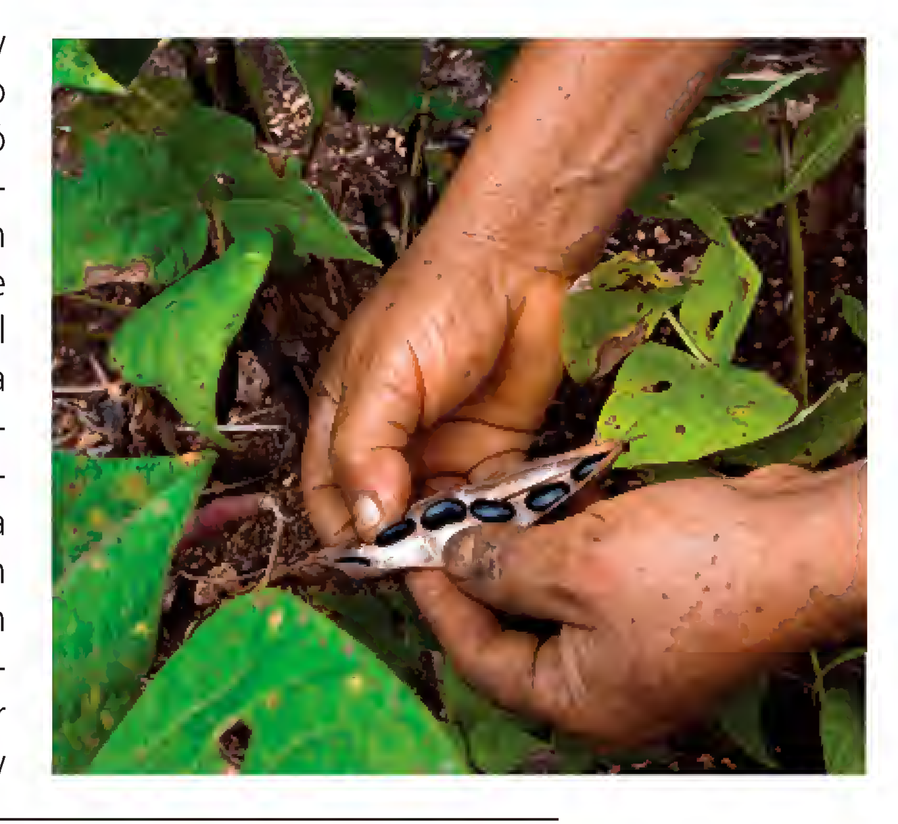
Hace unas décadas, los indios pápagos (cuyo territorio histórico original se extendió entre Arizona, Estados Unidos, y el norte de Sonora, en México) de la reservación Tohono O'odham, cercana a Tucson, Arizona, comenzaron a padecer los síntomas de una enfermedad desconocida entre ellos. Sentían sed y fatiga, su vista de cazadores se volvía borrosa y las pequeñas heridas que antes solían sanar pronto se convertían en graves infecciones. Al notar que sus remedios naturales no daban resultado emprendían un largo viaje en busca de un doctor. A veces llegaban demasiado tarde: para salvarles la vida había que amputarles un pie o una pierna ulcerada por la diabetes. ¿Por qué la mitad de ellos sufría un mal que no existía en la reservación dos generaciones antes? La clave está en los "frijoles tépari" (*Phaseolus acutifolius*), que alguna vez fueron parte importante de su dieta.

Mientras los pápagos los cultivaron y los consumieron sólo cocidos, o preparados con alguna receta especial, no se vieron afectados por esa enfermedad. En la década de 1930 producían 590 toneladas anuales para el autoconsumo, pero en las siete décadas siguientes los indígenas fueron a la guerra (participaron en la segunda guerra mundial y en la de Vietnam), buscaron trabajo en las ciudades y abandonaron sus cultivos, al grado de que en 2001 la cosecha sumó tan sólo 45 kilogramos. Esa situación provocó un cambio radical en la dieta de la comunidad, que se aficionó a las harinas refinadas, el azúcar, los refrescos de cola y la comida rápida de venta en las cercanías de la reservación. Esa modificación tan abrupta de la dieta provocó que pronto aparecieran casos de obesidad, hipertensión y diabetes. Actualmente se desarrolla un programa para impulsar un regreso a la dieta tradicional y abatir la epidemia que diezma a la comunidad. La gran lección que ofrece su caso es que la centenaria dieta mexicana de "tortillas, chile y frijoles", que suele mencionarse con desdén, resulta mucho más sabia de lo que parece.

Los frijoles del género *Phaseolus* son originarios de América, donde se domesticaron hace más de 7 000

El frijol cumple con un cometido importante en las milpas: nutre la tierra con su aportación de nitrógeno. Variedad de frijol de una milpa en la Selva Lacandona, Chiapas.

Fotos: © Fulvio Eccardi





De acuerdo con datos oficiales de 2007, en Chiapas se sembraron 160 498.6 ha de frijol, que arrojaron una producción de 100 751.06 toneladas, siendo así el segundo cultivo en importancia después del maíz. Las principales variedades utilizadas son negro huasteco, negro tacaná, negro INIFAP y negro jamapa; como criollas se emplean la sesentano y coloradito. Venta de frijol en un mercado de San Cristóbal de las Casas, Chiapas.

años. En ese proceso, el frijol se convirtió en uno de los tres cultivos básicos de la milpa, pues además de ofrecer vainas tiernas para consumo inmediato (los ejotes) o semillas secas (para su almacenamiento y consumo posterior) ayuda a fijar en el suelo el nitrógeno que el maíz requiere para crecer.

La importancia del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en tiempos precortesianos era tal que, de acuerdo con el Códice Mendocino, los aztecas lo incluían en los tributos exigidos a otros pueblos y nunca desapareció de la dieta nacional durante los 500 años que siguieron. De ese modo ha sido, junto con el maíz, el alimento básico de México y, además de su importante contenido de carbohidratos y minerales, se considera la principal fuente de proteínas vegetales en la dieta. Su papel es aún más significativo para las clases de menores recursos que, al no tener acceso a proteínas de origen animal, hallan en el frijol esos nutrimentos esenciales.

La disminución de su consumo por el cambio de dieta (ahora se prefiere también la comida rápida, las fritangas y los refrescos) es, sin duda, un factor relevante en el avance de la diabetes en México: nuestro país ocupa el noveno lugar mundial en número de casos pues la padece 10% de los adultos. En las últimas dos décadas la cantidad de personas afectadas se septuplicó y, de acuerdo con el Instituto Mexicano del Seguro Social, es la principal causa de muerte en el país.

Hoy día se cultivan en México principalmente las especies *Phaseolus vulgaris, P. lunatus, P. coccineus* y *P. acutifolius*. Eso sin contar las decenas de poblaciones silvestres que ni siquiera han sido clasificadas y en cuya diversidad se distinguen múltiples factores como el tamaño y el color, el rango de adaptación, la

Algunos países de Asia y África, como Uganda, han incluido el frijol en su dieta, por ser una importante fuente de proteínas y nutrimentos de excelente calidad, a bajo costo.



Históricamente, en México la importación de frijol ha sido necesaria para complementar la demanda interna. Estados Unidos es el país exportador que, en promedio, ha aportado cerca de 70% de las importaciones. Tres tipos de frijol son los que se compran en mayor medida al vecino comercial del norte: frijol rojo, negro y pinto.

capacidad de rendimiento en distintas condiciones y las relaciones con plagas y enfermedades.

En la región del noroeste de México predominan los frijoles amarillos claros (peruano, azufrado, mayocoba); en la región norte-centro, los pintos, bayos, flor de mayo, garbancillo y negro; en el centro, varios frijoles locales como flor de mayo, flor de junio, negros y variedades criollas como rebosero, garrapato, coconita, entre otros y hacia el trópico húmedo los frijoles de grano pequeño, negros y opacos. Tal pluralidad se explica porque la especie se adapta en climas tropicales y templados y en diversas altitudes (se le encuentra en el amplio rango que va de los 50 a los 2 300 metros). Una ventaja adicional es que crece casi en todos los tipos de suelo, exceptuando los alcalinos, pues requiere ligeros niveles de acidez. El frijol común es una especie termófila, por lo que su adaptación en climas fríos es limitada, mientras algunas especies como *P. coccineus* (frijol ayocote) toleran más las temperaturas bajas.

Por esas características se produce en zonas de riego, temporal y humedad residual en todos los estados del país, donde se siembran al año 2.2 millones de hectáreas y se cosechan 1.2 millones de toneladas de frijol, cantidad equivalente a 7% de la producción mundial, en la que también destacan India, Brasil, China y Estados Unidos. En todos esos países se desarrollan programas de mejoramiento genético para obtener variedades con el máximo valor nutricional y atractivo para los consumidores.

Al menos en México, la gran asignatura pendiente es el desarrollo industrial más allá del sencillo proceso de limpieza y empaque. Hasta la fecha, su transformación se limita al procesamiento para presentaciones en polvo o enlatadas con valor agregado: se ofrecen listos para comerse, caldosos o refritos y combinados con otros ingredientes (tocino y chorizo) hasta alcanzar el máximo alarde mexicanista: los frijoles charros. La participación del sector industrial en el negocio de los frijoles es de apenas 5%, por lo que un impulso a la industrialización del frijol podría apoyar la reincorporación plena de esta leguminosa a la dieta del mexicano en beneficio de la salud pública.

Bibliografía

Carrillo, A.M. 1988. *La cocina del tomate, frijol y calabaza*, Clío, México.

Cruz, R. 2006. "Crean súper frijol 'Lazaro' que resiste las sequías", en *Crónica de Hoy*, 13 de noviembre de 2006, p. 44.

Debouck, D.G., "Beans (*Phaseolus* spp.)", en J.E. Hernándo Bermejo y J. León (eds.), *Neglected Crops: 1492 from a Different Perspective* (Plant Production and Protection Series, núm. 26), FAO, Roma, 1994.

Duke, J.A. 1983. "*Phaseolus vulgaris L.*, Handbook of Energy Crops", Purdue University Center for New Crops & Plants Products, mimeo., 1983.

http://www.frijol.gob.mx

Index Mundi, "Mexico Beans Production, Consumption, Imports & Exports", en http://www.indexmundi.com/mexico/agriculture/.

Nabhan, G. 1985. *Gathering the Desert*, University of Arizona Press, Tucson.

"*Phaseolus vulgaris* L.", en http://www.hort.purdue.edu/newcrop/duke_energy/Phaseolus_vulgaris html.

Serrano, L.M. 2004. "Análisis del caso frijol", documento de trabajo, Universidad Autónoma de Chapingo, México.

* Enciclopedista
rafael@revistacm.net

DIVERSIDAD GENÉTICA DEL FRIJOL

Rigoberto Rosales Serna*

En el estudio sobre la diversidad genética del frijol común (*Phaseolus vulgaris*) se han identificado dos acervos genéticos (mesoamericano y andino) y en México se demostró que existen tres razas genéticas locales (Durango, Jalisco y Mesoamérica) y una introducida (Nueva Granada). Las razas son definidas como poblaciones de plantas con características similares en morfología de la planta y semilla, adaptación a determinadas regiones y presencia de ciertos tipos de faseolina, una proteína del grano de frijol.[1, 2] El frijol se siembra en todos los estados de México, en diferentes épocas y con varios sistemas de producción, lo cual favorece la diversidad genética. Su consumo es principalmente de grano seco y ejote (vaina tierna) verde. Existen distintas preferencias según el color, la forma y el tamaño del grano de frijol, lo cual, combinado con su versatilidad biológica, las tendencias de mercado y la recombinación genética, ha permitido conservar la diversidad de la especie.[3]

El Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) ha utilizado la diversidad genética del frijol en la generación de 142 variedades mejoradas.[4] Éstas muestran resistencia a enfermedades y rendimiento alto en condiciones de manejo favorables.[5] La calidad del grano de algunas variedades mejoradas ha conducido a su reconocimiento como clases comerciales, como el caso de negro jamapa, azufrados y peruanos. En la actualidad las variedades generadas por el INIFAP proporcionan sustento y bienestar a buena parte de la población mexicana. No obstante, se considera que la diversidad del frijol se ha subutilizado.[6]

La diversidad de poblaciones silvestres del frijol es un recurso importante para el mejoramiento genético ya que muchas de ellas cuentan con genes de tolerancia a factores como frío, sequía, calor, enfermedades y plagas. Las poblaciones que sobrevivieron a los factores adversos incrementaron el número de alelos favorables para su adaptación a esas condiciones y pueden utilizarse para ampliar la base genética del frijol cultivado mediante mejoramiento genético. Además, en frijoles silvestres se han identificado características sobresalientes en la calidad del grano, como el contenido alto de proteínas, hierro y zinc, y un balance favorable de aminoácidos.[7]

Las áreas de siembra de las razas de frijol común se han modificado por la movilización de la semilla, preferencias de consumo y la presión del mercado, lo que ha ocasionado el incremento de la superficie cultivada con las variedades más populares.[8] La demanda de los consumidores, comerciantes y la industria ha fomentado la uniformidad de las clases comerciales más importantes en México.[9] A pesar de que el frijol es fundamental en la gastronomía mexicana, su cultivo ha sido desplazado en muchos casos a regiones marginales con suelos poco profundos y lluvias escasas y mal distribuidas, lo que ha derivado en pérdidas de diversidad genética, reducción de rendimiento y disminución de competitividad de este cultivo. Además, ha sido afectado por las importaciones, el contrabando y la presión económica del Tratado de Libre Comercio de América del Norte.

La mecanización agrícola ha reducido la utilización del frijol de hábito de crecimiento indeterminado con guías trepadoras, que anteriormente se sembraba en asociación con maíz, lo cual ha reducido la variabilidad genética.[10, 11] En general, la pérdida de diversidad genética es ocasionada por una creciente integración de los productores al mercado, las importaciones y la migración,[12, 13] la competencia entre variedades modernas y tradicionales,[14] el tipo de tenencia de la tierra[12] y el aumento de la población humana que ha propiciado el deterioro ambiental.[15] Aun cuando la diversidad del frijol que existe naturalmente en México, junto con el mejoramiento genético y la variación de los sistemas productivos y los gustos de la población mexicana, ha favorecido la persistencia y ampliación de la variabilidad de la especie,[3, 4] es necesario continuar los esfuerzos para mantener esta diversidad. Un reto para los científicos modernos







es la recolección, caracterización y preservación de la diversidad genética presente en las formas silvestres y cultivadas del frijol común, la cual es utilizada en el mejoramiento genético de la especie.

El paso siguiente en la obtención y, en algunos casos, la actualización del inventario nacional de especies del género *Phaseolus* consiste en el análisis de la diversidad genética en el frijol cultivado y silvestre de México. También se debe corroborar el estado actual de conservación de las poblaciones silvestres de frijol y analizar la diversidad genética remanente, debido a que algunas poblaciones de frijol silvestre han desaparecido por completo y en otras se han reducido significativamente el número de individuos, con la consecuente deriva genética.

Bibliografía

1 Singh, S.P., P. Gepts y D.G. Debouck. 1991a. "Races of Common Bean (*Phaseolus vulgaris* Fabaceae)", en *Economy Botany* 45:379-396.

2 Singh, S.P., R. Nodari y P. Gepts. 1991c. "Genetic Diversity in Cultivated Common Bean. I. Allozymes", en *Crop Science* 31:19-23.

3 Rosales, R., S. Hernández, M. González, J.A. Acosta y N. Mayek. 2005. "Genetic Relationships and Diversity Revealed by AFLP Markers in Mexican Common Bean Bred Cultivars", en *Crop Science* 45:1951-1957.

4 Rosales, R., J.A. Acosta, J.S. Muruaga, J.M. Hernández, G. Esquivel *et al.* 2004. "Variedades mejoradas de frijol del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias". Libro Técnico 6, INIFAP, SAGARPA-CIRCE-Campo Experimental Valle de México, Chapingo.

5 Acosta, J.A., S.H. Guzmán, G. Esquivel y R. Rosales. 2002. "El mejoramiento del frijol (*Phaseolus vulgaris*) en México: avances y perspectivas", en J.M. Martínez, F. Rincón y G. Martínez (eds.), *El fitomejoramiento ante los avances científicos y tecnológicos. Memoria del Simposio*. XIX Congreso Nacional de Fitogenética, SOMEFI, México, pp. 20-27.

6 Acosta G., J.A., J.S. Muruaga, F. Cárdenas y M.M. Khairallah. 1996. "Estrategias para la utilización de germoplasma de *Phaseolus* en el mejoramiento genético", en *Ciencia* 47:149-160.

7 Sotelo, A., H. Sousa y M. Sánchez. 1995. Comparative Study of Chemical Composition of Wild and Cultivated Beans (*Phaseolus vulgaris*)", en *Plant Foods for Human Nutrition* 47:93-100.

8 Rosales, R., J.A. Acosta, R.P. Durán, H. Guillén, P. Pérez *et al.* 2003. "Diversidad genética del germoplasma mejorado de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en México", en *Agricultura Técnica en México* 29(1):11-24.

9 Cárdenas, F.A. 2000. "Investigación agrícola sobre frijol en México durante el periodo 1943 a 1980", en *Agricultura Técnica en México* 26:63-78.

10 Lépiz, R. 1974. "Asociación de cultivos maíz-frijol". Folleto Técnico núm. 58. SAG-INIA, México.

11 Acosta G., J.A., H. González R., C.A. Torres, I. Cuellar R., E. Acosta D. *et al.* 2004. "Impacto de la genotecnia en el cultivo del frijol en México", en R.E. Preciado y S.A. Ríos (eds.), *Memoria del simposium aportaciones de la genotecnia en la agricultura*. Sociedad Mexicana de Fitogenética, Chapingo, pp. 36-57.

12 Dyer, G.A., y C.O, Qualset. 2000. "Land Distribution and Crop Allocation at the Village Level: Breeding, Conservation, and Welfare", en GRCP (coords.), *Scientific Basis of Participatory Plant Breeding and Conservation of Genetic Resources*. Abstracts Report No. 25. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, Genetic Resources Conservation Program, Davis, CA.

13 Van Dusen, M.E., y J.E. Taylor. 2005. "Missing Markets and Crop Diversity: Evidence from Mexico", en *Environment and Development Economics* 10:513-531.

14 Perales, R.H., S.B. Brush y C.O. Qualset. 2003. "Landraces of Maize in Central Mexico: an Altitudinal Transect", en *Economy Botany* 57:7-20.

15 Ortega-Packza, R., J. Serwinski e I. Faberová. 1999. "Genetic Erosion in Mexico", en J. Serwinski e I. Faberová (eds.), *Proceedings of the Technical Meeting on the Methodology of the FAO World Information and Early Warning System on Plant Genetic Resources*. Research Institute of Crop Production, Praga, FAO, Roma, pp. 69-75.

* INIFAP-Durango
rigoberto_serna@yahoo.com



Accesiones en conservación *ex situ* del frijol en México

Taxón	Número total de accesiones	Institución
Phaseolus spp.	10 000	Estación de Iguala, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, INIFAP
Phaseolus acutifolius	1	Banco Nacional de Germoplasma Vegetal, Depto. de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo, UACH
Phaseolus coccineus	311	*Ídem*
Phaseolus lunatus	48	*Ídem*
Phaseolus vulgaris	342	*Ídem*
Phaseolus acutifolius	40	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, INIFAP
Phaseolus spp.	10 600	*Ídem*
Phaseolus vulgaris	2 112	*Ídem*
Phaseolus spp.	ND	Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León, UANL
Phaseolus acutifolius	15	Instituto de Recursos Genéticos y Productividad, Colegio de Postgraduados, CP
Phaseolus coccineus	15	*Ídem*
Phaseolus vulgaris	5 210	*Ídem*
Phaseolus lunatus	5	Ciencias Agropecuarias, Instituto de Ecología Aplicada de Guerrero, INEAGRO
Phaseolus vulgaris	70	División de Ciencias Agronómicas, Universidad de Guadalajara, U de G
TOTAL	**28 769**	

Fuente: CONABIO. 2009. Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio.



GRANJAS PERLERAS Y PERLICULTURA

MARIO MONTEFORTE*

La historia de la perla y el nácar es un vasto tema cuyas raíces se pierden en el pasado. Los moluscos perleros han tenido notoriedad en muchas regiones costeras, aunque las ostras perleras son las más conocidas. Este artículo sintetiza la historia mundial de la pesca, el comercio y el cultivo de nácar y perlas.[1, 2, 3, 4, 5] En México, en algunas épocas, las granjas perleras tuvieron un papel relevante en el desarrollo socioeconómico de las regiones costeras. Se analizarán aquí los factores clave que dieron lugar a la industria acuícola más rentable del mundo y a la conformación actual del estado del arte en el cultivo y la producción de perlas en el país.

1700 años de desarrollo científico y tecnológico

En el siglo V, los chinos inventaron la tecnología para el cultivo de lo que hoy se conoce como perla Mabé, nombre comercial de la media-perla. Ellos produjeron las famosas "perlas de Buda", implantando pequeñas figuras de madera, marfil, piedra o plomo en la cara interior de las valvas de mejillones de agua dulce (*Cristaria plicata* e *Hyriopsis schlegeii*). Transcurrieron más de 12 siglos hasta que en Europa surgieran los pioneros de la perlicultura, como Carl Linnaeus y Louis Boutan, y William Saville-Kent en Australia.

Kokichi Mikimoto es considerado por muchos como el inventor de las perlas cultivadas. Sin embargo, esto es un error: la patente japonesa registrada en 1907 que describe la técnica conocida como "cirugía Mise-Nishikawa" (adaptada para producir perlas libres en la pequeña ostra perlera *Pinctada martensii*), la aprendieron Mise y Nishikawa en Australia con Saville-Kent. Mikimoto se adjudicó la propiedad tanto de la técnica como de los instrumentos.[6] Gracias a su inteligencia empresarial y promoción de imagen logró un multimillonario negocio y el monopolio de la perlicultura.

Los maestros del cultivo extensivo de ostras perleras aparecen en la primera mitad del siglo XX. El primero de ellos fue Gastón Vives con su Compañía Criadora de Concha y Perla de Baja California, que operó en la bahía de La Paz entre 1902 y 1914, el mayor emporio perlero que haya existido en el mundo, con la madreperla mexicana *Pinctada mazatlanica*.[2] Destacan después Cyril Crossland en Sudán, Denis George en Australia, Quasim Alagarswami y S. Dharmaraj en India, y Phillipe Cabral, Terry Seaman y Martin Coeroli en la Polinesia Francesa.[3] El mercado perlero ya era una industria billonaria cuando a finales de los años setenta se logró definir la tecnología de cultivo para abulón (*Haliotis fulgens*) en California. La perlicultura comercial en abulones se inicia en Japón a finales de los sesenta, pero en realidad cobra valor hasta principios de los noventa.

En los últimos 15 años creció rápidamente el conocimiento, el número de especies y de granjas, y la producción de perlas. En el eje tropical-subtropical Indo-Pacífico existen más de 1500 granjas que cultivan ostras perleras de los géneros *Pinctada* y *Pteria*, y que producen alrededor de 40 toneladas anuales de perla libre.[7, 8, 9, 10] China inundó el mercado de la perla de agua dulce desde finales del siglo XX y recientemente ha empezado a producir grandes cantidades de perla marina de tamaño pequeño, compitiendo así con la perla Akoya japonesa. A su vez, la producción de semilla** en laboratorio se perfeccionó entre 1970 y 1973, cuando investigadores indios la lograron por primera vez en *Pinctada fucata*. Hoy día se cuenta con avances importantes y tecnología propia en algunas especies y un poco menos en otras.[5]

La producción mundial de nácar y perlas marinas se apoya totalmente en tecnologías probadas. En algunas granjas, las generaciones de laboratorio empiezan a cobrar valor en los ciclos de producción y repoblamiento, mientras que la perlicultura ha dejado de ser un secreto técnico. Sin embargo, el costo tecnológico y operativo acumulado en una granja de abulón, y la complejidad de regulaciones que existen para el uso comercial del recurso, han retrasado la generación de conocimiento en este sentido. La supuesta "hemofilia", o incapacidad natural de los abulones para resistir una cirugía mayor,[11, 12] es un argumento que eleva el costo y los riesgos. No más de una docena de granjas producen

** Término que se utiliza en acuacultura de moluscos para designar la etapa prejuvenil, tanto en laboratorio como en cultivo extensivo. La "semilla" mide unos cuantos milímetros de diámetro.

las casi 300 000 perlas (únicamente Mabé o media-perla) que recibe actualmente el mercado perlero (Nueva Zelandia, Japón, Columbia Británica, California).[11]

Por otra parte, no existen experiencias de cultivo comercial en caracoles perleros, como *Astraea* spp. y *Trochus* spp., aunque se cuenta con estudios puntuales en *Strombus gigas* en Yucatán y Florida. Es interesante notar que en todas estas especies se ha logrado obtener perlas Mabé a escala experimental.

Cultivo de nácar y perlas en México y América Latina: escenario del siglo XX

Tras la destrucción de la Compañía Criadora de Concha y Perla en 1914 hubo una veintena de empresas (1939-1987) que fracasaron por diversas razones. Esto crearía cada vez mayor escepticismo por parte de quienes tomaban las decisiones en cuanto al otorgamiento de apoyo para nuevos proyectos relacionados con las perlas.

Tomó dos años de trabajo independiente para convencer al director general del Centro de Investigaciones Biológicas de La Paz, Daniel Lluch, sobre la factibilidad técnica del proyecto para recuperar la bonanza perlera en el Golfo de California. Con un puñado de juveniles cultivados de *P. mazatlanica* que este autor presentó en su oficina, el doctor Lluch comenzó la era moderna de las granjas perleras en México y América Latina, avalando en 1988 un proyecto de investigación del CONACYT en la bahía de La Paz.

Una referencia obligada en la historia de la ciencia perlera mundial es el congreso y exposición internacional Pearls 94, en Honolulú, que reunió a unos 60 científicos, a otros tantos cronistas de joyería y a más de un millar de productores. El extinto grupo Ostras Perleras, del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR), presentó diez trabajos con los que divulgó seis años de estudios sobre lo que sería la primera base aplicada de conocimiento científico y técnico moderno para el cultivo extensivo de *Pinctada mazatlanica* y *Pteria sterna*, más el resultado de las experiencias sobre perlas Mabé y libres. Las investigaciones continuaron hasta 2006 con diversos proyectos apoyados por CONACYT, ECOS-ANUIES, SIMAC, CONABIO, FMCN, y otras fundaciones internacionales.

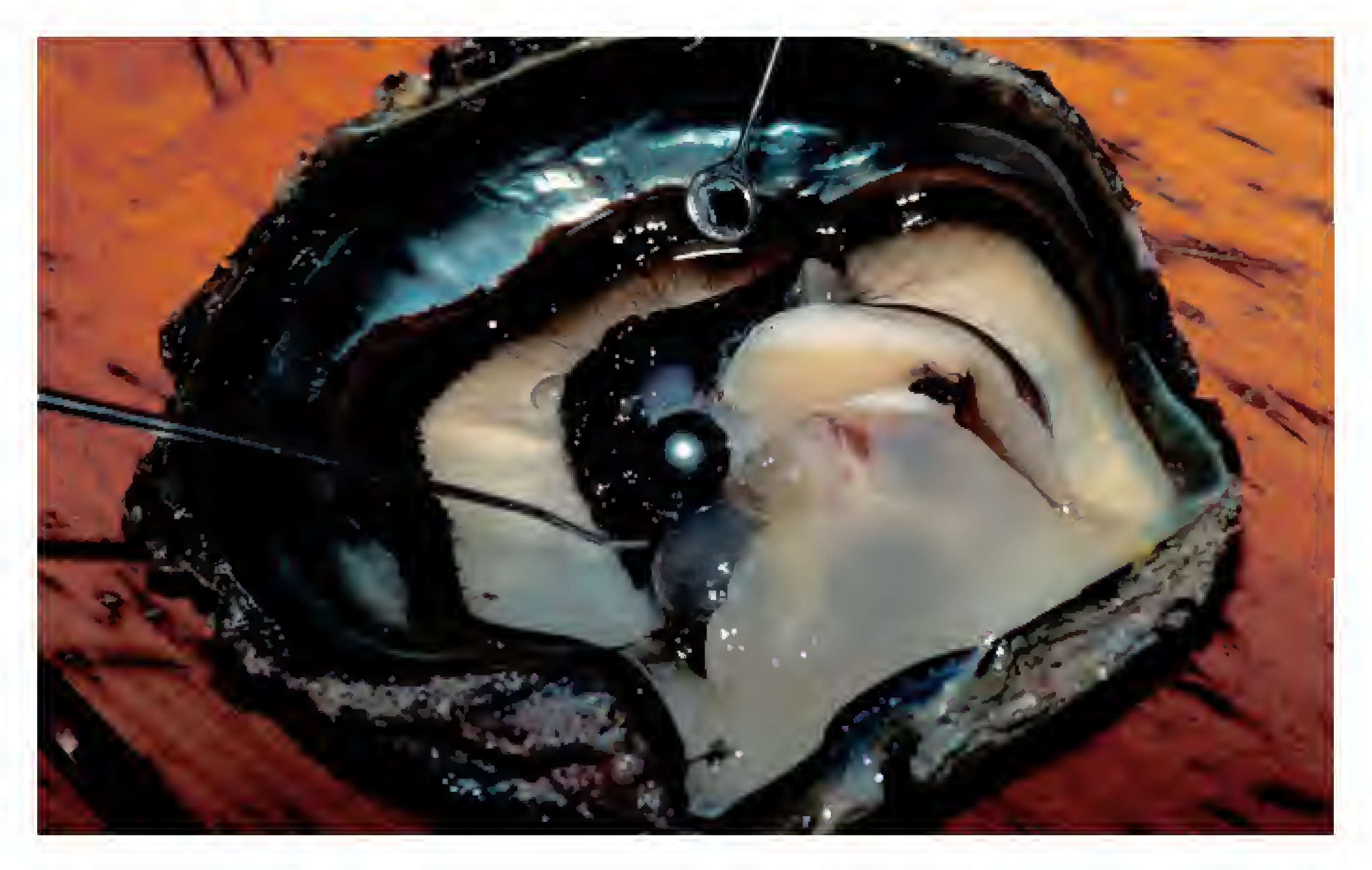
A principios de 1996, el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM) creó la empresa Perlas de Guaymas en la bahía de Bacochibampo, Sonora. Con la abundante información disponible y lo aprendido en el congreso Pearls 94, estudiantes de ciencias marinas se convirtieron en empresarios cultivadores. La abundante captación de semilla de *P. sterna* en la zona y el manejo correcto en condiciones de cultivo significaron una gran ventaja y abrieron la oportunidad de entrenamiento en la cirugía de perla libre. En poco tiempo, los resultados fueron excelentes. Gracias a estrategias bien elaboradas de promoción empresarial, las perlas de Guaymas, con la empresa hoy conocida como Perlas del Mar de Cortés, han logrado tener un papel importante en los mercados perlero y joyero nacional e internacional.

En 1997, el CIBNOR apoyó la demostración de una granja perlera comercial con *Pinctada mazatlanica* en la bahía de La Paz. Por su parte, en 1998 la Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS) abrió una empresa universitaria que no



Método de cultivo en suspensión que se usa generalmente en Polinesia Francesa y Australia.

Foto: © Latinstock México



La perla libre se obtiene mediante un delicado proceso de cirugía. Con instrumentos especiales se inserta, dentro de la gónada de una ostra receptora, un núcleo esférico de concha y un trozo de manto proveniente de una ostra donadora (método *Mise-Nishikawa*). El fluido gonádico mantiene vivo el trozo de manto, cuyo trabajo consiste en recubrir gradualmente de nácar el núcleo insertado. Dependiendo del tamaño de la especie y del diámetro del núcleo, se requieren entre 8-9 meses y dos años para formar una perla. Para que ésta sea de buena calidad, la capa de nácar debe tener al menos 1.5 mm de espesor. En la foto se observa la extracción de una perla libre de aproximadamente 10 mm de diámetro en una ostra perlera (*Pinctada margaritifera*) de Polinesia Francesa.

Foto: © Latinstock México

dio resultados satisfactorios y dejó de funcionar a finales de 1999. En 2001, otra iniciativa de la UABCS resulta en la fundación de la empresa Perlas del Mar de Cortés, que subsiste en el mercado local produciendo joyería de perla Mabé mediante el cultivo extensivo de *Pteria sterna*. En Acapulco, en 2003-2004, CIBNOR trabajó con la Escuela Superior de Ecología Marina en el proyecto SIBEJ, con el que se demostró la factibilidad de granjas de ostras perleras en la bahía de Acapulco mediante entrenamiento y formación de recursos humanos. Hoy asesoran la formación de una cooperativa perlera local.

En el proyecto del Fondo Mixto CONACYT-BC (2004-2006) se adaptó tecnología para la producción de perlas Mabé en abulón, con la que se lograron resultados muy alentadores en la cirugía de perla libre, y se presentó un plan integral de desarrollo comunitario para el ejido Eréndira, con enfoque de género para entrenar mujeres perlicultoras.[13] La validación tecnológica fue exitosa y permitió la apertura de Baja Pearls, productora de joyería con perla Mabé, que además emplea tecnología para producción de semilla de abulón rojo (*Haliotis rufescens*) en laboratorio.

Por último, la producción controlada de semilla de *Pinctada mazatlanica* (a la que he nombrado "madreperla de Calafia") o *Pteria sterna* ("concha nácar arcoiris") no se ha logrado más que a escala experimental; los estudios útiles para la aplicación de tecnología eficiente son escasos y puntuales. Al parecer, las generaciones sufren los mismos factores limitantes de viabilidad que en general presentan los moluscos de laboratorio: alto costo, alta mortalidad, concha delgada. Esto último es de vital importancia en la calidad de una perla Mabé y probablemente también se vea menguada la capacidad individual de responder favorablemente a la formación de perla libre.

En los últimos años, varios países de América Latina han prestado atención a sus recursos perleros. Venezuela ha hecho grandes adelantos en el cultivo y la perlicultura con las pequeñas especies caribeñas de ostras perleras (*Pinctada imbricata* y *Pteria colymbus*). Por su parte, Chile busca obtener un alto valor acuícola, aunque haya sido necesaria la introducción de especies. Después del salmón del Atlántico, se explora el potencial perlero del abulón *Haliotis rufescens*, trasladado del norte, y de *H. discus*, proveniente de Japón.

¿Hay una versión moderna para el mito perlero en México?

La revaloración de los recursos naturales adquiere hoy singular importancia en el desarrollo socioeconómico regional. México posee más de una docena de especies de moluscos marinos con reconocido potencial para la producción de perlas, que pertenecen a las familias Haliotidae, Astraeidae, Trochidae, Pteriidae y Strombidae, sin contar las diversas especies de almejas y mejillones perleros de agua dulce que se distribuyen en algunos reservorios continentales. El nácar y las perlas representan un distintivo geográfico para el país (*sensu* National Geographic Society, Center of Sustainable Destinations). Si bien se ha demostrado que la perlería se puede incorporar en modelos de desarrollo costero regional, la rápida dinámica de cambios globales sugiere la necesidad de actualizar los criterios predictivos.

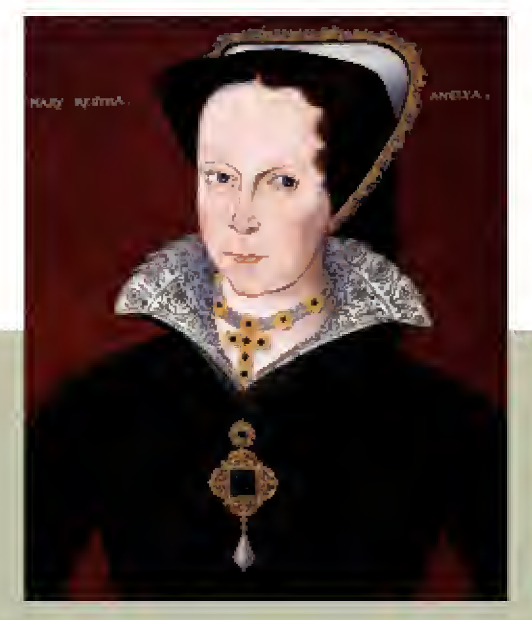
Las perspectivas de este mercado nos muestran diferentes futuros basados en actividades directas e indirectas relacionadas con las granjas perleras. El perfeccionamiento de tecnología propia y la difusión del conocimiento han disparado la industrialización de este canal de lujo, frágil como todos los bienes suntuarios, el cual es sensible al tamaño de la clientela y de la oferta/demanda, así como al balance calidad/precio.

Al convertirlas en parte de los distintivos geográficos regionales y en modelos de geoturismo y acuacultura, las granjas perleras pueden impulsar el desarrollo de comunidades aisladas (tanto desde el punto de vista geográfico como socioeconómico), con oportunidades dirigidas a la valoración y apropiación de estos distintivos.

Además, la situación de la pesca ribereña sugiere la necesidad de explorar nuevas alternativas más sustentables y mejor integradas a la realidad regional. La presencia de potencial para dar valor agregado (*i.e.*, especies gourmet, nácar y perlas) representa un factor de competitividad importante en los planes de manejo. Se requieren estrategias

realistas de desarrollo regional con proyectos competitivos ante una dinámica global cuyos modelos predictivos gradualmente pierden credibilidad, incluso a corto plazo. Ejemplos de sinergia exitosa se reflejan en un centenar de puntos, principalmente en el Indo-Pacífico. Es notable que en muchos de esos casos el manejo productivo inteligente de áreas protegidas y parques nacionales haya contribuido de manera significativa a la integración de las comunidades costeras en esta dinámica.

Tal vez el potencial perlero de México no es hoy la panacea del desarrollo regional. Tampoco el geoturismo será la única solución a la pobreza. Sin embargo, las especies nativas y el trabajo de acuacultura en torno de ellas pueden actuar en el recuento de los valores territoriales, y contribuir con opciones de conversión competitiva para las comunidades ribereñas ante el avance de modelos de desarrollo costero.[14] Ante la incertidumbre de los próximos años, la figura utópica del "maricultor ribereño" es lo mejor que se puede ofrecer en prenda, pues se han registrado epidemias en las granjas de cultivo, como la ocurrida en las bahías de Ago y Mie, en Japón, que incluso llevaron a la quiebra a casi todos los productores perleros de la región entre 1992 y 1997; o infecciones en las granjas de los atolones de las islas Tuamotu, que se propagaron por el transporte doméstico de ostras. Incluso hasta 2002, varios atolones, antes prósperos, continuaron cerrados a las granjas perleras.





La famosa perla "Peregrina" es una perla natural de la madreperla americana, *Pinctada mazatlanica*. Su origen es materia de polémica pues algunos aseguran que es del Golfo de Panamá y otros que del Golfo de California. Desde 1513 entró a formar parte del tesoro español; luego Felipe II se la regaló a su esposa, la reina María I de Inglaterra, a mediados del siglo XVI. Tuvo varios dueños famosos, entre ellos Napoleón Bonaparte, Felipe IV y el marqués de Abercorn. En 1969 Richard Burton la adquirió en una subasta de Sotheby's para su esposa Elizabeth Taylor, quien a la fecha es la propietaria. Aquí ella la luce en un bello diseño de Cartier con perlas, rubíes y diamantes en montadura de oro blanco.

Bibliografía

[1] Cariño, M. 1998. *Les mines marines du golfe de Californie. Histoire de la région de La Paz à la lumière des perles*. Tesis de doctorado, École des Hautes Études en Sciences Sociales, París.

[2] Cariño, M., y M. Monteforte. 1999. *El primer emporio perlero sustentable del mundo: la Compañía Criadora de Concha y Perla de la Baja California, S.A., y perspectivas para México*. UABCS-CONACULTA-FONCA, México.

[3] Cariño, M., y M. Monteforte. 2006. *Historie mondiale de cacres et des perles: pêche, culture et commerce*. L'Harmattan, Collection Maritimes, París.

[4] Monteforte, M. 2005. *Ecología, biología y cultivo extensivo de la madreperla de Calafia,* Pinctada mazatlanica *(Hanley 1856), y la concha nácar arcoiris,* Pteria sterna *(Gould 1852) en Bahía de La Paz, Baja California Sur, México*. Tesis de doctorado en ciencias biológicas. Facultad de Biología, Universidad de La Habana, La Habana, Cuba.

[5] Southgate, P., y J. Lucas (eds.). 2008. *The Pearl Oysters*. Elsevier, Oxford.

[6] George, D. 2008. "Debunking a Widely Held Japanese Myth. Historical Aspects on the Early Discovery of the Pearl Cultivating Technique", en *Pearl World. The International Pearling Journal*, pp. 10-16, consultado en http://www.pearl-guide.com/J-F-M%202008.pdf

[7] Hisada, Y., y T. Fukuhara. 1999. "Pearl Marketing Trends with Emphasis on Black-pearl Market". FAO Corp. Docum. Repository, field document no. 13. FAO Fisheries and Aquaculture Department, consultado en www.fao.org/docrep/005/AC890E/AC890E00.HTM.

[8] Müller, A. 2005. "Cultured Pearls: Update on Global Supply, Demand and Distribution (Focusing on the Pearls from the White-lipped Oyster *Pinctada maxima*)". Presentación en el GemmoBasel 2005 International Colloquium on Gemmology, 29 de abril al 2 de mayo de 2005, Basilea, Suiza, consultada en www.hinatatrading.com/GemmoBasel.pdf.

[9] Ponia, B. 2006. "Recommendations for Regional Collaboration in Pearl Culture, 2006. Secretariat of the Pacific Community". 5th SPC Heads of Fisheries Meeting (3 al 7 de abril de 2006, Noumea, Nueva Caledonia). Information Paper 1.

[10] Tisdell, C., y B. Poirine. 2008. "Economics of Pearl Farming", en P. Southgate y J. Lucas (eds.). 2008. *The Pearl Oysters*. Elsevier, Oxford, pp. 473-498.

[11] Gibson, P.T., D.G. Worthington, C. Blount y N.L. Andrew. 2002. "Incidental Damage of Blacklip Abalone (*Haliotis rubra*) by Commercial Divers in New South Wales, Australia", en *Journal of Shellfish Research* 21 (2):787-792.

[12] Hutchins, P. 2005. "Culturing Abalone Half-pearls: The Story of the New Zealand Eyris Blue Pearl", en *Australian Gemmologist*, consultado en www.australiangemmologist.com.au/abalone_pearls.pdf.

[13] Monteforte, M., y H. Bervera. 2007. "Ensayos para estimular la formación de perlas tipo mabé en abulón cultivado". Informe final, proyecto CONACYT-BC, 2004-2006.

[14] Monteforte, M., y M. Cariño. 2009. "El Mar de Cortés no existe", en *Biodiversitas* 86:12-15.

* Investigador titular en el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, La Paz, Baja California Sur, México
montefor04@cibnor.mx



Bichos para jugar, comer y soñar
Los insectos en el México prehispánico

Este libro es una invitación a los niños y niñas a recorrer, con el uso de la imaginación, las villas y poblados prehispánicos, donde los misterios de la vida, de la muerte y de la naturaleza iban de la mano. Para la autora es de justicia primordial reconocer que nuestros antepasados conocían a la perfección a los animales y a las plantas que habitaban a su alrededor, pues les representaban vida, alimento, salud y el enlace con sus dioses; incluso algunos, como el jaguar, las abejas, las mariposas y las hormigas, eran considerados dioses en sí mismos. Además, aprovechaban con gran amor y respeto los recursos naturales para satisfacer sus necesidades básicas, religiosas y culturales.

La autora rescata las historias narradas en los códices, en los libros sagrados, entre ellos el *Popol Vuh* y el *Chilam Balam*, y en la información que autores de la talla de Miguel León-Portilla, Gary Nabham y Andrés Henestrosa han rescatado de las fuentes originales, para dar a conocer, de manera divertida, un poco de la historia, tradiciones, juegos, creencias y usos y costumbres de las culturas prehispánicas, que siguen vivos en muchas regiones del país. Profusa y bellamente ilustrado, esta obra es una coedición de la Universidad de Quintana Roo y la CONABIO.



La misión de la CONABIO es promover, coordinar, apoyar y realizar actividades dirigidas al conocimiento de la diversidad biológica, así como a su conservación y uso sustentable para beneficio de la sociedad.

SECRETARIO TÉCNICO: Juan Rafael Elvira Quesada
COORDINADOR NACIONAL: José Sarukhán Kermez
SECRETARIA EJECUTIVA: Ana Luisa Guzmán
DIRECTOR DE COMUNICACIÓN: Carlos Galindo Leal

Certificado de Reserva otorgado por el Instituto Nacional de Derechos de Autor: 04-2005-040716240800-102. Número de Certificado de Licitud de Título: 13288. Número de Certificado de Licitud de Contenido: 10861.

EDITOR RESPONSABLE: Fulvio Eccardi Ambrosi
DISEÑO: Renato Flores
CUIDADO DE LA EDICIÓN: Leticia Mendoza y Adriana Cataño
COLABORACIÓN EDITORIAL: Oswaldo Barrera
PRODUCCIÓN: Gaia Editores, S.A. de C.V.
IMPRESIÓN: Editorial Impresora Apolo, S.A. de C.V.

biodiversitas@xolo.conabio.gob.mx
COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD
Liga Periférico-Insurgentes Sur 4903, Parques del Pedregal, Tlalpan 14010 México, D.F.
Tel. 5004-5000, fax 5004-4931, www.conabio.gob.mx Distribución: nosotros mismos